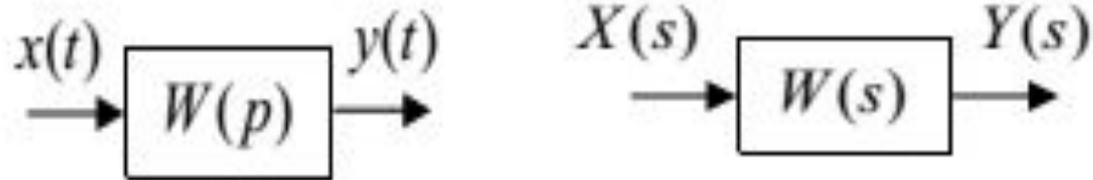


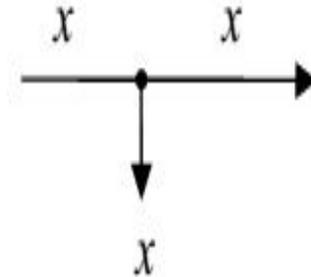
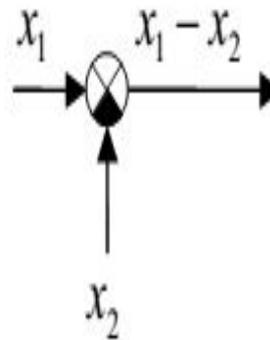
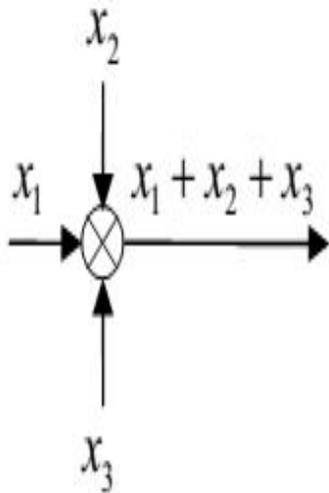
Структурные схемы



- *операторная запись*, когда передаточная функция записывается как функция оператора дифференцирования p , входы и выходы блоков – функции времени;
- *запись в изображениях*, когда передаточная функция записывается как функция комплексной переменной s , а для обозначения входов и выходов используют их изображения по Лапласу.

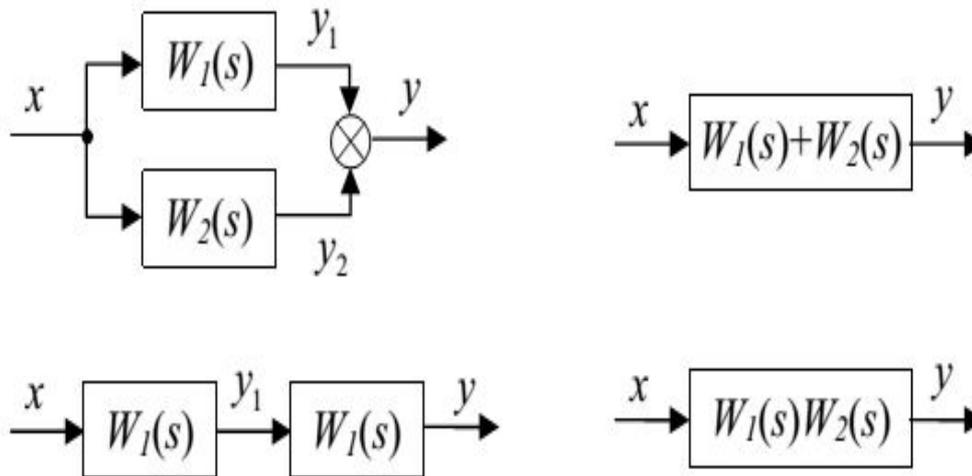
Структурные схемы

Для суммирующих элементов используют специальное обозначение – круг, разбитый на сектора. Если сектор залит черным цветом, поступающий в него сигнал вычитается, а не складывается с другими. Разветвление сигнала обозначается точкой, как и в радиотехнике.



Правила преобразования

Легко показать, что передаточные функции параллельного и последовательного соединений равны соответственно сумме и произведению исходных передаточных функций:



Действительно, в изображениях по Лапласу для параллельного соединения получаем

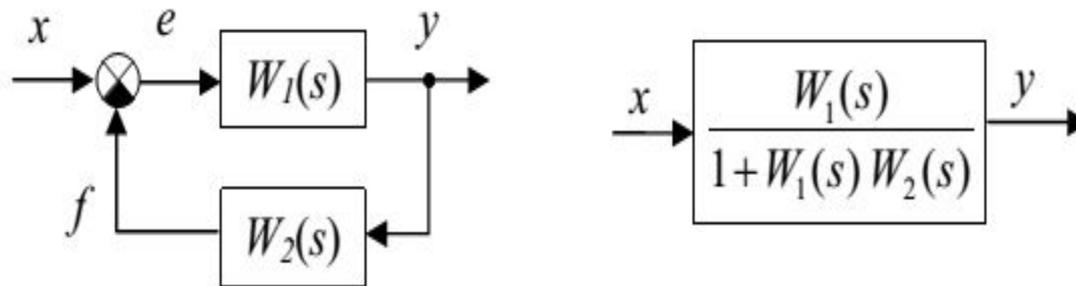
$$Y(s) = Y_1(s) + Y_2(s) = W_1(s)X(s) + W_2(s)X(s) = [W_1(s) + W_2(s)]X(s),$$

а для последовательного

$$Y(s) = W_2(s)Y_1(s) = W_1(s)W_2(s)X(s).$$

Правила преобразования

Для контура с отрицательной обратной связью имеем



Для доказательства заметим, что $Y(s) = W_1(s) E(s)$, а изображение ошибки равно

$$E(s) = X(s) - F(s) = X(s) - W_2(s)Y(s).$$

Поэтому

$$Y(s) = W_1(s)[X(s) - W_2(s)Y(s)].$$

Перенося $X(s)$ в левую часть, получаем

$$Y(s)[1 + W_1(s)W_2(s)] = W_1(s)X(s) \quad \Rightarrow \quad Y(s) = \frac{W_1(s)}{1 + W_1(s)W_2(s)}X(s).$$

Правила преобразования

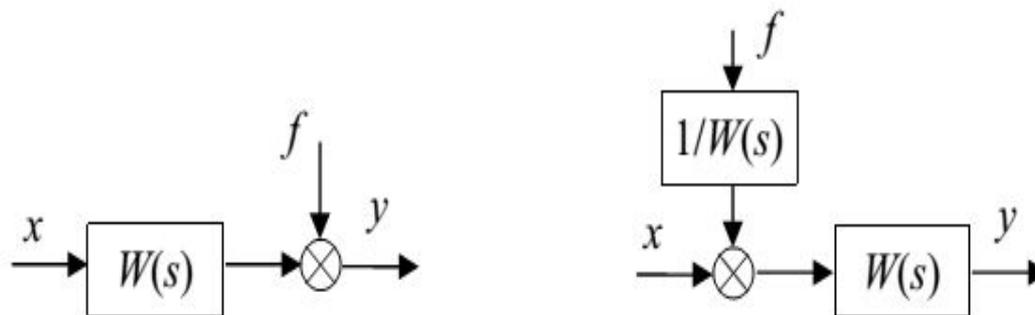
Если обратная связь – положительная (сигналы x и f складываются), в знаменателе будет стоять знак «минус»:

$$W(s) = \frac{W_1(s)}{1 - W_1(s) W_2(s)}.$$

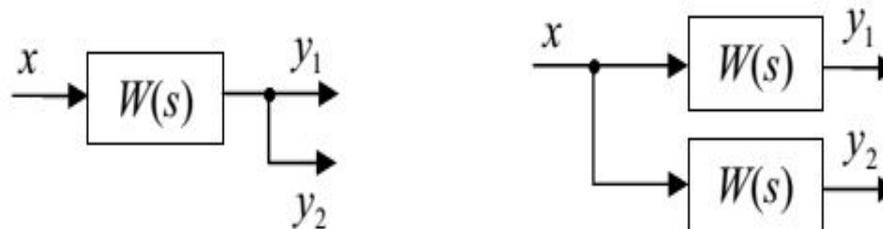
Звено можно переносить через сумматор как вперед, так и назад. Чтобы при этом передаточные функции не изменились, перед сумматором нужно поставить дополнительное звено:



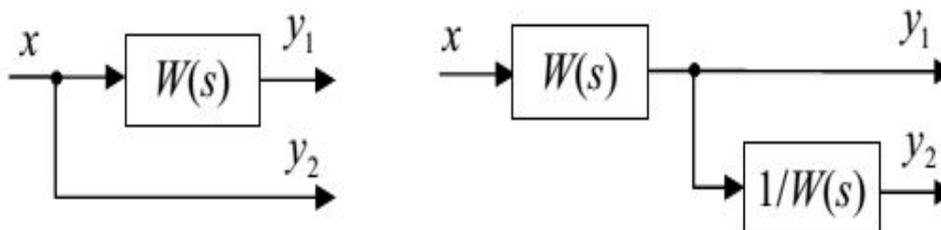
Правила преобразования



Звено можно переносить также через точку разветвления, сохраняя все передаточные функции:



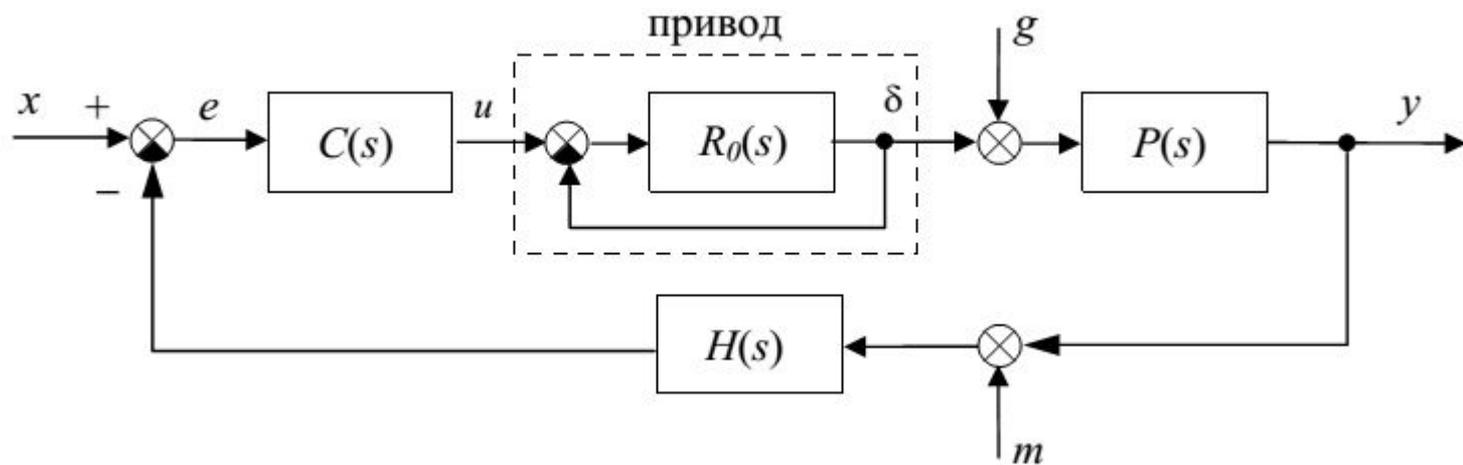
Эти две схемы тоже равносильны:



Типовая одноконтурная система

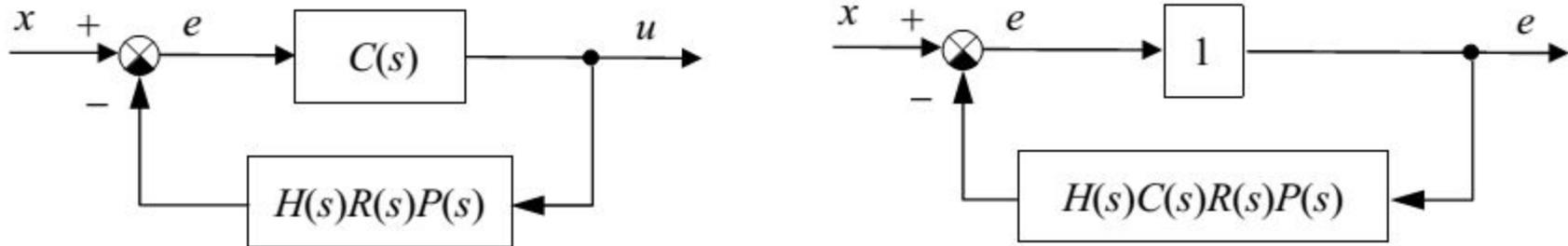
Здесь три входа (x , g и m), а в качестве выходов обычно рассматривают

выход системы y , сигнал управления u и ошибку e . Таким образом, всего можно записать 9 передаточных функций, соединяющих все возможные пары вход-выход.



Типовая одноконтурная система

Принимая в качестве выходов управление u и ошибку e , получим похожие схемы:



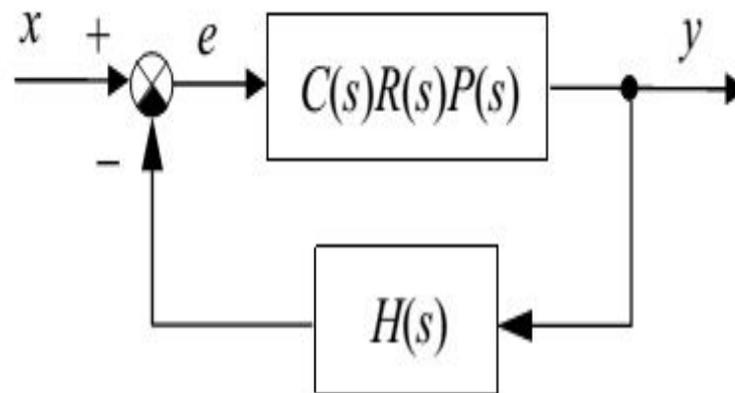
Первая из этих схем дает передаточную функцию по управлению $W_u(s)$, а вторая – передаточную функцию по ошибке $W_e(s)$ (здесь блок с передаточной функцией, равной единице, можно было вообще не рисовать). Снова применяя формулу для контура с отрицательной обратной связью, получаем:

$$W_u(s) = \frac{C(s)}{1 + H(s)C(s)R(s)P(s)}, \quad W_e(s) = \frac{1}{1 + H(s)C(s)R(s)P(s)}.$$

$\downarrow m$

Типовая одноконтурная система

Теперь найдем передаточные функции от входа x ко всем выходам. Для этого все остальные входы будем считать нулевыми и удалим со схемы. Кроме того, заменим последовательное соединение звеньев с передаточными функциями $C(s)$, $R(s)$ и $P(s)$ на одно звено:

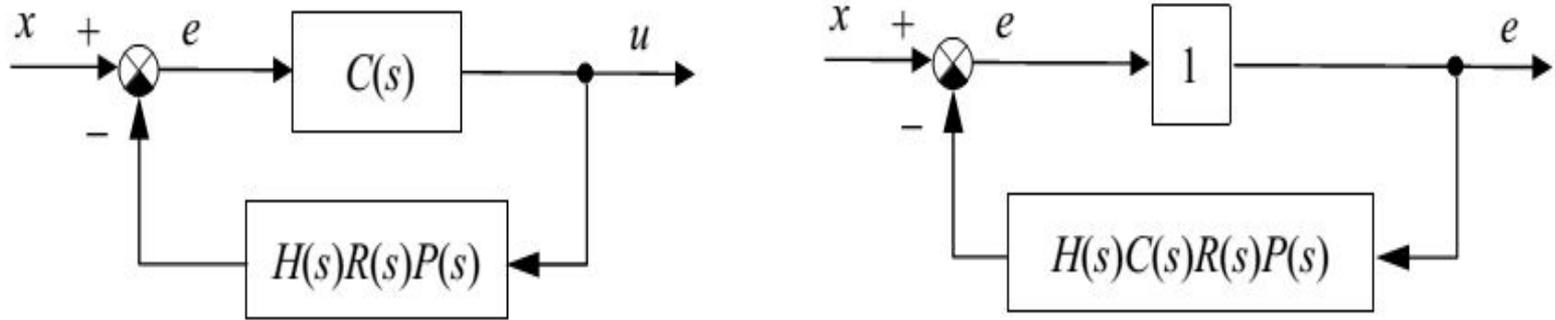


Для получения окончательного результата снова используем формулу для контура с отрицательной обратной связью:

$$W(s) = \frac{C(s)R(s)P(s)}{1 + H(s)C(s)R(s)P(s)}.$$

Типовая одноконтурная система

Принимая в качестве выходов управление u и ошибку e , получим похожие схемы:



Первая из этих схем дает передаточную функцию по управлению $W_u(s)$, а вторая – передаточную функцию по ошибке $W_e(s)$ (здесь блок с передаточной функцией, равной единице, можно было вообще не рисовать). Снова применяя формулу для контура с отрицательной обратной связью, получаем:

$$W_u(s) = \frac{C(s)}{1 + H(s)C(s)R(s)P(s)}, \quad W_e(s) = \frac{1}{1 + H(s)C(s)R(s)P(s)}.$$